

## ПЛЕНОЧНАЯ ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В РУДНЫХ ШАХТАХ

*Г.П. Кривицун, С.Б. Микрюков, Ю.Р. Иконников, К.Ю. Иконников, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Украина*

Общеизвестно, что проветривание шахты должно удовлетворять трем основным условиям: эффективности, надежности и экономичности. Эффективность вентиляции определяется обеспеченностью свежим воздухом мест ведения горных работ, надежность проветривания шахты - это стабильность ее вентиляции при различных режимах и возможность оперативно-го управления ею при изменении или необходимости перехода на другой режим проветривания. Экономичность проветривания шахты в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с острой необходимостью внедрения энергосберегающих технологий в процессы рудодобычи. Решение этих вопросов и внедрение их в практику проветривания шахт позволяет поднять их вентиляцию на качественно новый уровень и выполнить как требования правил безопасности и санитарных норм, так и требования энергосберегающих технологий подземной добычи руды.

Анализ состояния проветривания шахт и исследования эффективности функционирования их вентиляционных режимов показали, что одной из основных причин необеспеченности мест ведения горных работ свежим воздухом и высокой энергоемкости их вентиляционных систем является низкое аэродинамическое качество вентиляционных сооружений выражающиеся в существенном непроизводительном расходе воздуха в ШВС (утечках воздуха достигающих 40% и более). Это обстоятельство обуславливает необеспеченность воздухом очистных и подготовительных забоев и влечет за собой неоправданный расход электроэнергии, достигающий 50% от общего расхода на проветривание шахты.

Главным недостатком изолирующих вентиляционных сооружений, применяемых в настоящее время, является низкая эффективность их работы, обусловленная высокой степенью их негерметичности, что является основным сдерживающим фактором обеспечения эффективного и экономичного проветривания шахт.

Вопросы оптимизации управления вентиляционными режимами шахт является актуальными, как в плане совершенствования их вентиляции на стадиях проектирования так и, особенно, при оперативном управлении проветриванием.

К настоящему времени выполнено большое количество исследований в результате которых рекомендованы способы и средства повышения аэродинамического качества вентиляционных сооружений, однако, существенных позитивных результатов это не дало. Поэтому, повышению аэродинамического качества вентиляционных сооружений необходимо уделять основное внимание и в дальнейшем, с учетом имеющихся в настоящее время достижений по созданию новых, дешевых и эффективных способов и средств повышения воздухопроницаемости конструкций и сооружений.

С учетом вышесказанного, целью исследований кафедры аэрологии и охраны труда НГУ в этой области является разработка способа герметизации (борьба с утечками) вентиляционных сооружений и выработанных пространств, с применением воздухо непроницаемых пленок, а также разработка конструкций таких сооружений.

Для систематизации и обобщения способов и средств герметизации вентиляционных перемычек, применяемых в настоящее время, в НГУ разработана их классификация, позволяющая в каждом конкретном случае выбрать оптимальный способ, вид и материал герметизации. Одними из основных причин сверхнормативных утечек воздуха в вентиляционных системах шахт являются:

- отсутствие эффективных герметизирующих покрытий, снижающих утечки воздуха через действующие вентиляционные сооружения, надшахтные здания и вентиляционные установки;
- отсутствие практических способов снижения утечек воздуха из выработанных пространств через бутовые полосы, разрушенные целики, некачественную забутовку и межрамные ограждения.

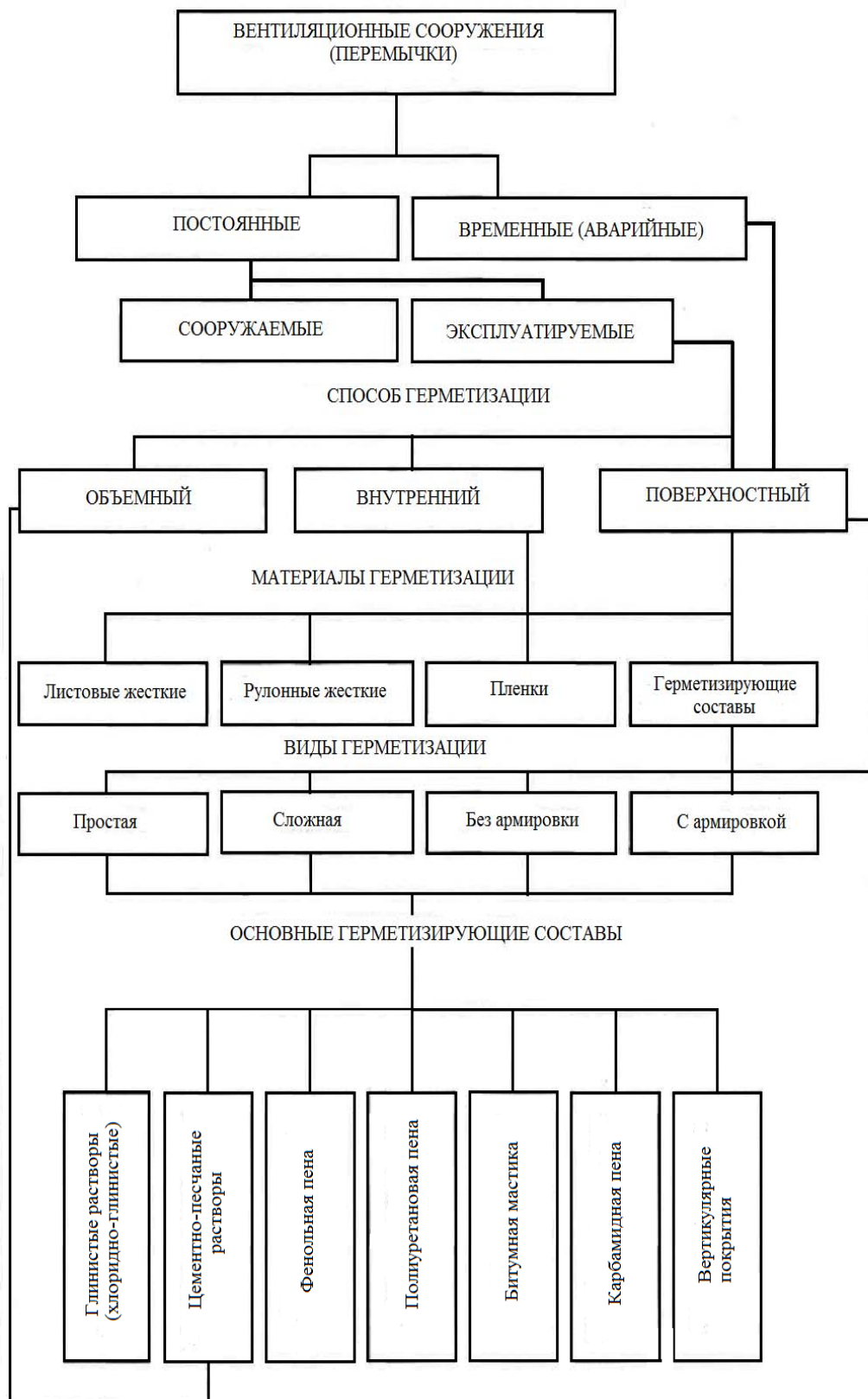


Рис.1. Классификация вентиляционных перемычек

В настоящей работе рассмотрен также вопрос повышения эффективности герметизирующих покрытий действующих вентиляционных сооружений.

Существующие способы снижения утечек воздуха через вентиляционные сооружения, надшахтные здания и вентиляционную установку сводятся к следующему:

- применение вруба в месте установки вентиляционных перемычек и герметизация их по периметру цементно-песчаным раствором;
- двухсторонняя штукатурка цементно-песчаным раствором поверхности вентиляционных перемычек сооружённых из штучных стеновых материалов;
- применение вруба в месте установки вентиляционных перемычек и герметизация их по периметру цементно-песчаным раствором;
- двухсторонняя штукатурка цементно-песчаным раствором поверхности вентиляционных перемычек сооружённых из штучных стеновых материалов;
- применение до настоящего времени на марганцевых шахтах для герметизации поверхности и подмазки по периметру вентиляционных перемычек глинистых растворов с органическими волокнистыми добавками. Недостатками этих способов герметизации являются:
  - низкая адгезионная характеристика;
  - полное отсутствие податливости и разрушение таких составов с изменением горного давления или другой механической нагрузки;
  - так называемое «старение» уплотнений, подмазки или штукатурки под воздействием физико-химических атмосферных факторов или рудничного воздуха.

Определённое распространение получил способ герметизации, основанный на применении покрытий из листовых и рулонных материалов поверхностей вентиляционных сооружений. Недостатками этого способа являются невысокая эффективность, дополнительный расход дефицитных материалов и неадекватность качества герметизации при нормальном и реверсивном режимах работы вентиляции шахты.

В последнее время нашла широкое применение практически во всех отраслях экономики и в быту пленочная герметизация строительных конструкций и технологических сооружений. Этот способ герметизации отличается высокой эффективностью, простотой реализации и дешевизной. Так, пленки, применимые совместно с теплоизоляционным стеновым материалом, препятствуют фильтрации воздуха через стенку, в других случаях пленки выполняют роль теплоизолятора в стеновых конструкциях и конструкциях перекрытий. Пленки широко используются для сооружений временных обогреваемых пространств (укрытий).

В горном деле пленочные рулонные материалы также находят определенное применение на шахтах Германии, Франции и Великобритании, например, для борьбы с пылеобразованием в механизированных очистных забоях применяется пленочная герметизация перекрытий секций, что исключает просыпание мелких фракций породы и поступление пыли в рабочую зону очистного забоя.

Особенно необходимо отметить исключительную эффективность применения рулонных пленочных материалов для снижения утечек воздуха при нагнетательном проветривании тупиковых выработок. Здесь в целях практически полного исключения утечек воздуха по длине гибкого вентиляционного трубопровода в последний вкладывается пленочный полиэтиленовый «рукав». При этом полностью герметизируются неплотности и повреждения трубопровода и снижается его аэродинамическое сопротивление.

Однако, несмотря на очевидные достоинства рулонных пленочных материалов в других случаях для целей повышения эффективности процессов проветривания широкого применения они не получили, за исключением случаев поверхностной герметизации вентиляционных сооружений

Поэтому, как указывалось выше, кафедрой АОТ НГУ выполнены исследования с целью более широкого применения при проветривании шахт рулонных пленочных материалов как герметизаторов и предложен способ повышения герметичности существующих типов перемычек, а также разработаны новые их типы при этом использован пленочный принцип их герметизации.

Для деревянных вентиляционных перемычек рекомендовано при их сооружении закладывать между слоями перемычки воздухопроницаемую пленку (толщиной 120 мкм и выше) при депрессии до 150 даПа однослойную, при депрессии более 150 даПа двухслойную. Для вентиляционной перемычки с дверью створку последней необходимо изготавливать аналогичным образом, используя при этом двухстороннее фартучное уплотнение по ее периметру. Такая конструкция вентиляционной перемычки отличается значительным сроком службы, сохраняя при этом достаточную воздухопроницаемость.

Герметизация вентиляционных перемычек изготовленных из штучных стеновых материалов (шлакоблок, бетонит, кирпич), осуществляется закладкой воздухопроницаемой пленки между вертикальными слоями, сооружаемыми с горизонтальной перевязкой (русская цепная кладка), при этом толщина перемычки, определяется горнотехническими факторами и составляет для кирпичных - в 2 или 3 кирпича, для шлакоблочных в 1,5 или 2 блока. Для повышения устойчивости перемычек подверженных значительным перепадам давления рекомендуется применять 8 - образную послойную арматуру или дополнительные каркасные балки (стойки), закладываемые в тело перемычки, и не снижающие воздухопроницаемость последней.

При наличии скальной кусковой горной массы (от проходки, подрывки или обрушения) экономически целесообразно и технологически просто применять т.н. глухие бутовые вентиляционные перемычки. Такие перемычки не требуют расхода дефицитных вяжущих материалов и воды, устойчивые к горному давлению, обладают податливостью, отличаются быстротой возведения и не требуют квалифицированного труда. Конструктивно такая изолирующая вентиляционная перемычка представляет собой бутовую полосу сооруженную в сечении горной выработки. Ее ширина определяется характером крупнокусовой горной массы (бутового камня) и находится в пределах 1,5 - 2 м. В тело перемычки при ее сооружении закладывается воздухопроницаемая пленка.

Для повышения устойчивости перемычки при укладке бутового камня возможно использование глинистого раствора или засыпки центральной части, прилегающей к пленке песком или штыбом. В местах установки бутовых перемычек со значительным перепадом давления или в местах влияния взрывной волны, последние могут также усиливаться дополнительными каркасными балками или стойками.

Все рассмотренные типы вентиляционных перемычек могут быть безрубцовыми или устанавливаемыми в предварительно подготовленный по периметру выработки вруб.

В любом случае для обеспечения полной воздухопроницаемости перемычки необходимо производить ее герметизацию по периметру. Для этих целей наиболее эффективным решением является применение вспененных армированных химических составов, обеспечивающих высокую адгезию и прочность. Для герметизации по периметру бутовых перемычек достаточно использовать глинистый раствор с органическим наполнением.

Среди способов и средств повышения герметичности изолирующих вентиляционных сооружений основанных на применении жидких герметизаторов применяемых в настоящее время, необходимо отметить следующие: покрытие поверхностей изолирующими цементно-песчаными или глинистыми растворами, латексными составами, хлоридно-глинистой пастой, изолирующей мастикой, гелеобразующими составами, силикатным раствором. Наряду с неоспоримыми достоинствами таких покрытий они имеют и существенные общие недостатки, в частности, поверхностные изолирующие покрытия практически не работают (разрушаются) при знакопеременных нагрузках, т.е. при реверсировании вентиляционной струи, кроме того, их срок службы в большинстве случаев незначительный, что требует периодического восстановления нарушенных поверхностей.

До настоящего времени ограниченное применение получили вспененные химические композиции для устранения утечек воздуха через надшахтные здания, вентиляционные установки. Такие уплотнения обладают высокой адгезионной способностью, эластичностью и простотой нанесения. Вместе с тем, сдерживающим фактором широкого применения вспененных химических композиций, является невысокая механическая прочность на разрыв особенно при знакопеременных перепадах давлений.

Пленочная герметизация также является эффективным способом повышения воздухопроницаемости бутовых полос, охраняющих горные выработки, пройденные с подрывной и предотвращающих утечки (подсосы) воздуха из выработанных пространств (обрушенных пород, обработанных камер и блоков из зон обрушения). При этом при выкладке бутовых полос в их центральную область закладывается воздухо непроницаемая пленка; в зависимости от гранулометрического состава пород бутовой полосы ее воздухо непроницаемость повышается в 2 - 2,5 раза.

При проведении (восстановлении) горных выработок по завалам при аэродинамической связи с выработанным (обрушенным) пространством часто возникает необходимость их воздухоизоляции. Здесь также целесообразно применять пленочную герметизацию. Технология сооружения выработки при этом имеет свои особенности, заключающиеся в том, что после укладки всплошную межрамных ограждений, на настил последних укладывается внахлестку воздухо непроницаемая пленка, поверхность герметизации, после этого тщательно забучивается породой с толщиной слоя не менее 0,5 м., затем производится или дальнейшее забучивание и выкладываются костры или применяются другие способы ликвидации пустот в своде обрушения.

Для изоляции зон обрушения в принципе возможно и целесообразно также применять пленочную изоляцию, при этом воздухо непроницаемую пленку необходимо укладывать на обрушенную горную массу (руды) с последующим наложением на нее слоя песка (для обеспечения ее работоспособности при реверсивных режимах проветривания). Однако для решения практической реализации этого способа необходимо выполнить натурные экспериментальные исследования.

В любом случае воздухо непроницаемость пленочной герметизации зависит в первую очередь от качества выполняемых работ по укладке пленки, при этом должны быть исключены ее разрывы, и укладка без нахлестки (меньше 0,2 м). Лучшие результаты достигаются при применении воздухо непроницаемых пленок повышенной прочности, в частности, армированных мелкоячеистыми сетками.

Обобщая вышеизложенное необходимо сделать следующие выводы в пользу применения воздухо непроницаемых пленок как средств борьбы с непроизводительным расходом воздуха в шахтных вентиляционных сетях:

- пленочная герметизация отличается высокой эффективностью при минимальных дополнительных затратах;
- в пожарном отношении незначительные объемы пленки, помещенные в большинстве случаев в негорючий материал, не представляет опасности;
- применение пленок практически не усложняет работы по сооружению вентиляционных перемычек, бутовых полос и др.;
- современные воздухо непроницаемые пленки отличаются значительным сроком службы, не ухудшая при этом своих воздухо-изоляционных характеристик;
- при незначительных разрушениях перемычек от влияния горного давления последние могут сохранить нормативные воздухоизоляционные характеристики;

В целом широкое применение пленочных герметизаторов вентиляционных сооружений шахт принесет ощутимый эффект как в части управления их вентиляционными режимами (обеспечение оптимального), так и в вопросе снижения энергозатрат в процессе проветривания шахт.

#### Литература

1. Гурін А.О. Аерологія гірничих підприємств / А.О. Гурін, П.В. Бересневич, І.Б. Ошмянський. – Кривий Ріг, КТУ, 2007, 462 с.
2. Горбунов В.И. Проектирование вентиляции рудных шахт: учеб. пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 135 с.
3. Правила безпеки вугільних шахт. НПАОП 10.0-1.01-05. Затв. Держнаглядохоронпраці України. - Київ, 2005. - 398с.